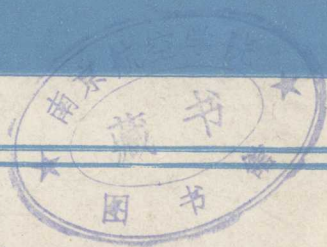
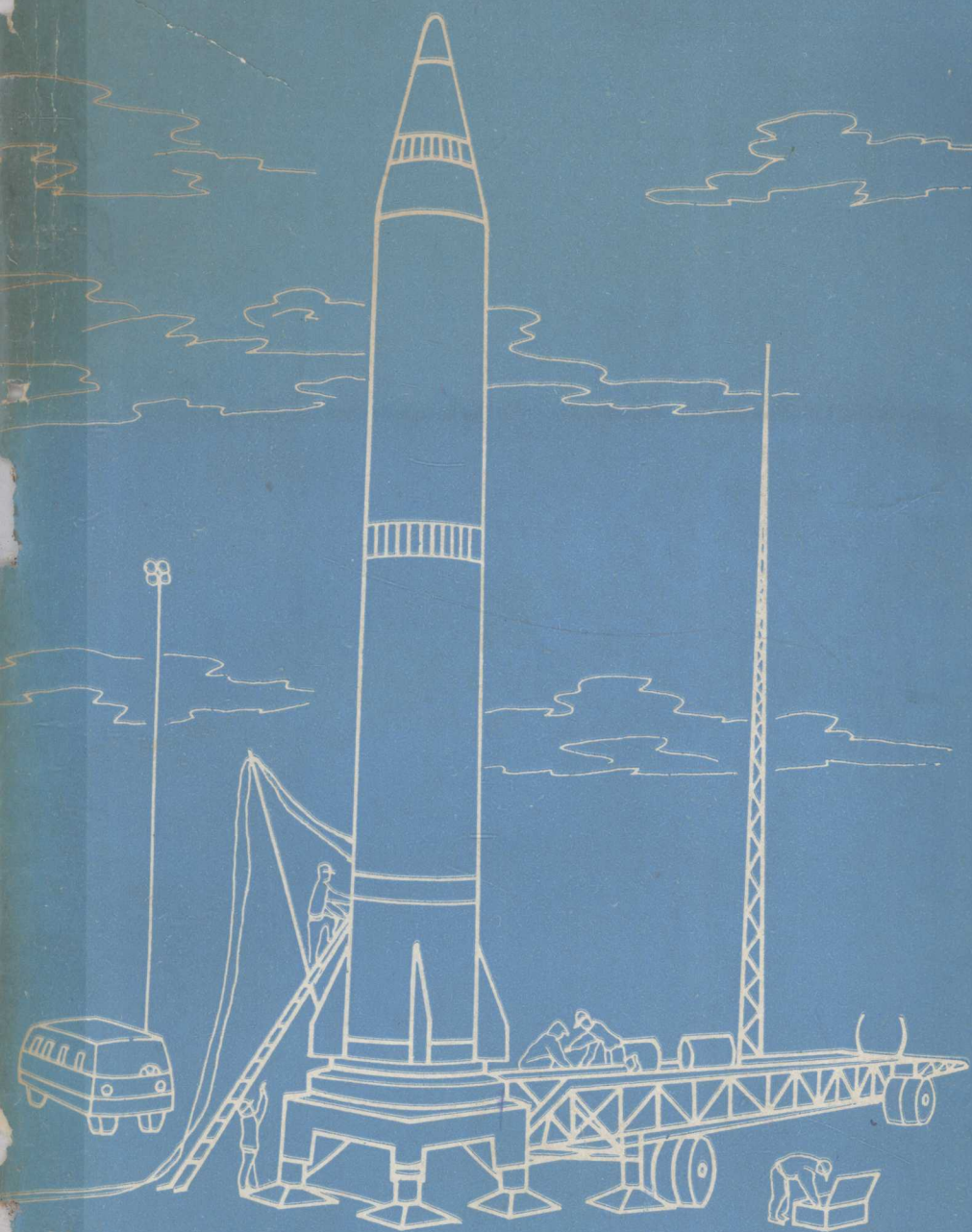


导弹使用维修工程

王汉功 主编

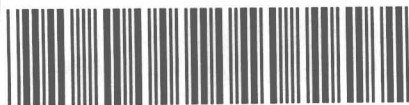


国防工业出版社

V421
1008

导弹使用维修工程

王汉功 主编



30272570



航空工业出版社

(北京海淀区学院路29号)

电话：2617111

邮政编码：100071

787×1092 1/32 328千字 1981年10月第1版

ISBN 7-5306-0100-0 定价：0.10元

国防工业出版社

665451

内 容 提 要

《导弹使用维修工程》以全系统、全寿命的观点,着重论述了导弹武器的人-武器系统、可靠性、维修性、以可靠性为中心的维修、维修数据的收集与处理、维修管理以及全寿命费用分析等。运用了现代科学技术和科学管理的方法,力求用最小的代价,取得最佳的军事效益;是人和武器的统一,是技术、经济和管理的统一。本书所述及的基本原理,不仅适用于导弹武器,而且对于其它武器装备乃至民用设备也是适用的。该书可作为导弹工程技术院校的教课书或参考书,也是导弹武器和其它武器研制人员很好的参考资料。

导 弹 使 用 维 修 工 程

王 双 功 主 编

责任编辑 方启慈

国防工业出版社出版、发行

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张15³/₄ 359千字

1989年7月第一版 1989年7月第一次印刷 印数, 0.001—6,010册

ISBN 7-118-00536-3/TJ39 定价: 6.90元

前 言

《导弹使用维修工程》现在出版了，首先对为该书写序的我国著名宇航科学家任新民教授表示衷心地感谢和崇高的敬意！

长期以来，人们对导弹武器的设计制造比较重视，而忽视它的使用维修问题。误认为使用维修只是扳开关、转旋钮、动手柄，敲敲打打、修修补补，是一种技艺性劳动，没有什么学问和理论。

随着科学技术的发展，导弹武器日益复杂，对导弹武器的使用维修投入的人力、物力越来越多，使用维修中的一些基本问题，如导弹武器的论证和订购、操作人员的选择与培养、操作规程的制订、维修思想和方针原则、维修制度和方法等，如果只凭直接经验，而不是建立在现代科学技术的基础上，导弹武器的使用维修将不能适应科学技术的发展和未来反侵略战争的需要。

几十年导弹武器的使用实践和军队工程技术院校教学改革的不深入，我们逐步体会到，必须把导弹武器的使用提到使用工程的高度来认识，并将使用过程中的一些基本问题作为导弹武器系统中的一个子系统，运用系统的观点，采用先进科学技术和现代管理方法进行研究，才能保证导弹武器随时处于良好的技术准备状态，确保导弹武器的稳妥可靠、万无一失。为此，我们学院提出了“使用工程”的观点，就是把导弹武器使用过程中的人员、武器、资金等服务于军事目的各项工作的总体称为“使用工程”。即从提出新的型号武器装备论证报告书开始，到该武器退役为止，在装备的全寿命周期内，为确保部队用该武器完成军事任务所进行的一切活动。这些活动包括：型号论证、人员培训、产品验收、保持和恢复武器装备完好状态和通过科学管理、技术革新等，改进、提高其性能，延长使用寿命的一切措施。这些措施包括：检测、试验、操作、维护保养、修理、改装、改型以及向设计部门提供反馈信息等。由此可见，使用工程是以人员、武器装备、资金等所构成的执行服务于军事目的的系统为研究对象，以全系统、全寿命的观点，运用现代科学技术和科学管理的方法，力求用最小的代价，取得最佳的军事效益，它是人和武器的统一，是技术、经济和管理的统一。

为了适应导弹武器“使用工程”的需要，在上级机关大力支持下，第二炮兵工程学院组织编写了一套《导弹使用工程》丛书，其中包括：《导弹使用维修工程》、《导弹可靠性工程》、《导弹结构失效与可靠性》、《导弹使用环境与工程材料》、《导弹武器故障诊断与监测》、《导弹武器的技术装备管理》、《导弹使用工程经济》等，共七册。

作为第一册的《导弹使用维修工程》，是以全系统、全寿命的观点，着重论述了导弹武器的人-武器系统、可靠性、维修性、以可靠性为中心的维修、维修数据的收集与处理、维修管理以及全寿命费用分析等。这些理论，是现代导弹武器使用维修工程技术人员必须具备的；也是从事导弹武器研制的工程技术人员，在研制导弹武器时所应遵循的；其基本原则，对其它武器系统的研制和使用维修也是适用的。因此，该书不仅可作

序

长期以来，有些人认为使用维修只是扳扳开关，动动手柄，敲敲打打，修修补补，其中没有多大学问。即使像导弹武器这样复杂的系统，使用维修的重要性，也不易为人们所重视。过去，导弹设计部门，对部队提出的战术技术性能要求，是千方百计采取措施满足。近几年把可靠性也列入了议事日程；但对导弹武器系统的使用维修要求并没有引起足够的重视。至使武器装备发到部队后，部队才从头考虑维修大纲、维修方法、人员培训、备件筹措等，使部队的维修保障工作处于被动落后状态。不但有些装备难于使用维修，而且维修费用昂贵。这样，既加重了部队的负担，又影响装备的利用率。

《导弹使用维修工程》一书，在吸收国外现代维修理论的基础上，结合我国国情和部队的实际，运用全系统、全寿命的观点，来研究导弹武器的使用维修问题。明确指出，在论证设计之初，导弹武器的战斗技术性能、可靠性、维修性，都应作为技术指标，运用系统工程的理论和方法，进行综合权衡，达到总体优化，除能满足性能要求外，还能够做到安全可靠、使用维修方便、全寿命费用少。这样，使用维修就成了导弹武器系统的一个重要组成部分，维修大纲、维修方法、检测设备、人员培训、备件筹措等维修保障问题，在论证、设计阶段就应进行统筹考虑。设计生产部门，在向部队交付武器装备的同时，也应为部队提供一套较为先进的维修保障系统，使部队在装备武器之后，能够做到合理使用，及时维修，保证武器系统经常处于正常的技术状态。

《导弹使用维修工程》，虽侧重研究导弹武器的使用维修问题，但其所涉及的理论和原则，对设计、生产部门也是有益的。例如，为了使人和武器都能处于“最佳”状态，最大限度地发挥人和武器的效益，设计者就要考虑所设计的系统应符合人的生理、心理特征，为使用维修人员提供可靠和必要的工作条件，要进行防差错设计，把使用维修中的人为差错减少到最低限度；为了保证导弹武器的可靠性要求，在产品研制的各个阶段，都要有保证可靠性的措施，设计人员应根据产品的特点，进行维修性设计，并对维修工作者规定明确的要求，使部队的正常“使用维护”有所依据，这样才会使武器具有良好的维修性。

书中对导弹武器系统的设计，提出“全系统”、“全寿命”的观点，打破过去在设计时过多考虑“武器性能”的局限性，有新意。在提出任务时，就要规划为武器系统有效使用的全部项目和费用，这对于部队建设和导弹武器的发展都有意义。书中对此有较详细的阐述，值得一读。

1988年2月

为军队导弹工程技术院校的教课书或参考书，也是导弹武器研制人员很好的参考资料。

本书在编写过程中，得到上级机关和学院领导的大力支持，学院“科学技术委员会使用工程分会”多次讨论纲目，集中了许多同志的智慧。所编第三章主要内容是空军工程学院陈学楚副教授提供的，第四、六、七、八章的主要内容是军械工程学院王宏济教授等提供的，本人结合导弹武器的特点进行了重新组合和改编。其余章节内容，是参考有关文献编写的，所参考的文献目录除在书末列出的以外，还有王宏济教授、刘云高级工程师等翻译的有关资料（因未正式出版，所以没列出），这里向文献的编著者表示衷心的感谢！

该书的内容新，涉及的知识面宽，编写过程中虽参考了大量的文献资料，但由于时间仓促，加之本人水平有限，该书在内容和形式上会有不少缺点和错误，敬请读者多提宝贵意见，以便修改提高。

编者

1988年5月

第一章 绪论

第一节 绪论 1-1-1

第二节 意义

第三节 武器的发展 1-3-1

第四节 武器的分类 1-3-2

第五节 武器的组成 1-3-3

第六节 武器的性能 1-3-4

第七节 武器的使用 1-3-5

第八节 武器的维护 1-3-6

第九节 武器的试验 1-3-7

第十节 武器的生产 1-3-8

第十一节 武器的销毁 1-3-9

第十二节 武器的运输 1-3-10

第十三节 武器的储存 1-3-11

第十四节 武器的报废 1-3-12

第十五节 武器的回收 1-3-13

第十六节 武器的再利用 1-3-14

第十七节 武器的销毁 1-3-15

第十八节 武器的回收 1-3-16

第十九节 武器的再利用 1-3-17

第二十节 武器的销毁 1-3-18

第一章 绪论 1-1-1

第一节 绪论 1-1-1

第二节 意义 1-1-2

第三节 武器的发展 1-1-3

第四节 武器的分类 1-1-4

第五节 武器的组成 1-1-5

第六节 武器的性能 1-1-6

第七节 武器的使用 1-1-7

第八节 武器的维护 1-1-8

第九节 武器的试验 1-1-9

第十节 武器的生产 1-1-10

第十一节 武器的销毁 1-1-11

第十二节 武器的回收 1-1-12

第十三节 武器的再利用 1-1-13

第十四节 武器的销毁 1-1-14

第十五节 武器的回收 1-1-15

第十六节 武器的再利用 1-1-16

第十七节 武器的销毁 1-1-17

第十八节 武器的回收 1-1-18

第十九节 武器的再利用 1-1-19

第二十节 武器的销毁 1-1-20

第二十一节 武器的回收 1-1-21

第二十二节 武器的再利用 1-1-22

第二十三节 武器的销毁 1-1-23

第二十四节 武器的回收 1-1-24

第二十五节 武器的再利用 1-1-25

第二十六节 武器的销毁 1-1-26

第二十七节 武器的回收 1-1-27

第二十八节 武器的再利用 1-1-28

第二十九节 武器的销毁 1-1-29

第三十节 武器的回收 1-1-30

目 录

第一章 绪 论

§ 1-1 使用维修工程研究的对象及方法	1
§ 1-2 导弹武器的使用管理	4
一、科学管理的重要性	4
二、使用管理的内容与任务	5
三、使用管理现代化的标志	5
§ 1-3 可靠性研究的发展及意义	6
一、可靠性研究的发展简史	6
二、研究可靠性的必要性与迫切性	7
§ 1-4 维修在未来战争中的地位	9

第二章 人-武器系统

§ 2-1 人-武器系统研究的对象及意义	11
§ 2-2 人的特性及能力	12
一、人体测量学	12
二、人的感觉能力	14
三、操纵力与操纵动作的速度和频率	16
四、人的反应时间	18
§ 2-3 人-武器的组合	18
一、人-武器系统的功能	18
二、人和武器各有长短	19
三、人-武器系统的质量指标	19
四、提高人-武器系统战斗效率的途径	20
§ 2-4 人的技能及训练	25
一、技能的一般概念	25
二、技能的形成过程	26
三、技能形成的有效条件	28
四、技能的相互作用	31
§ 2-5 人的气质与操作手的选择	32
一、气质的概念与分类	32

二、操作手的选择与培养	33
§ 2-6 人为差错的分析	34

第三章 导弹武器的可靠性

§ 3-1 可靠性的度量	38
一、可靠性的定量化	38
二、可靠度	38
三、故障分布密度	42
四、故障率	44
五、平均寿命及可靠寿命	48
§ 3-2 可靠性预测	51
一、可靠性预测的概念	51
二、串联系统可靠度的计算	52
三、并联系统可靠度的计算	54
四、布尔真值表法	57
五、环境修正系数	59
§ 3-3 故障率曲线	61
一、早期故障期	62
二、随机故障期	62
三、磨损故障期	62
四、浴盆曲线的数学模型	62
§ 3-4 导弹武器的使用可靠性	65
一、使用维护中导弹武器的可靠性	66
二、外界因素对导弹武器可靠性的影响	70
三、机械负荷对导弹武器可靠性的影响	72
四、操作人员对导弹武器可靠性的影响	74
§ 3-5 导弹武器高可靠性的保障	75
一、对导弹武器可靠性的要求	75
二、研制和生产中提高导弹武器可靠性的途径	76
三、使用维护中导弹武器可靠性的保障	84

第四章 导弹武器系统的维修性

§ 4-1 现代维修理论的形成与发展

- 一、概述 87
- 二、美国维修理论的发展 88
- 三、英国维修理论的发展 91
- 四、日本维修管理理论的发展 95

§ 4-2 导弹武器维修性的意义

- 一、良好的维修性是现代化战争的迫切要求 98
- 二、维修性是可靠性的必要补充 99
- 三、维修性是维修保障的依据 99
- 四、有利于减轻后勤负担和发展新的武器装备 100

§ 4-3 导弹武器维修性的定性要求

- 一、良好的可达性 101
- 二、提高互换性和标准化程度 102
- 三、防差错的识别标记 104
- 四、保证维修安全 105
- 五、检测诊断迅速、简便 106
- 六、降低维修费用 106
- 七、减少维修的内容和频数 106
- 八、维修的人素工程要求 107

§ 4-4 常用件应用的维修性要求

- 一、紧固件 107
- 二、润滑装置 109
- 三、轴承 110
- 四、密封件 111
- 五、接插件 112

§ 4-5 导弹武器各种系统的维修性特征

- 一、电气-电子系统 113
- 二、机电系统 114
- 三、机械系统 114
- 四、液压与气动系统 115
- 五、光学系统 115
- 六、化学系统 115
- 七、具有不可逆装置的系统 116

§ 4-6 导弹武器维修性的定量

- 一、概述 116
- 二、维修时间 117
- 三、维修性函数 118
- 四、常用维修时间的估算 122
- 五、利用率 125
- 六、系统有效度 125

§ 4-7 全寿命周期各阶段的维修性管理

- 一、论证阶段 130
- 二、研制阶段 132
- 三、生产阶段 133
- 四、使用阶段 134
- 五、退役阶段 134

第五章 以可靠性为中心的维修

§ 5-1 概述

- 一、以可靠性为中心的维修思想 135
- 二、RCM决断图逻辑的基础 136

§ 5-2 故障的性质

- 一、故障的定义 138
- 二、故障的发现 139
- 三、故障的后果 141
- 四、多重故障 142

§ 5-3 四类基本的维修工作

- 一、定期视情工作 144
- 二、定期拆修工作 145
- 三、定期报废工作 146
- 四、预定的隐患检查工作 148
- 五、四类基本工作的特征 149
- 六、预定维修中的基本维护工作 150

§ 5-4 初始维修大纲的制订

- 一、重要项目的性质 152
- 二、RCM决断方法 154
- 三、RCM决断图的应用 157
- 四、经济效果的确定 161
- 五、工龄探索 164
- 六、维修工作的组合成套 166

§ 5-5 以可靠性为中心的维修大纲的修订

- 一、使用数据的应用 167
- 二、对严重故障的反应 167

三、维修大纲的修改	168
四、维修要求的修订	170
五、现役装备的RCM大纲	171
§ 5-6 预定维修周期的确定	172
一、两种更换方式和预防维修	173
二、根据任务可靠度确定维修周期	174

第六章 维修数据的收集与处理

§ 6-1 维修数据的收集与整理	178
一、维修数据的统计流程和用途	178
二、数据的种类与收集	179
三、收集数据的注意事项	181
四、维修数据的整理	182
§ 6-2 维修数据的分析	183
一、统计表分析法	184
二、分类(层)法	184
三、排列图法	185
四、因果分析图法	187
五、直方图法	188
六、控制图法	189
七、散布图法	191

第七章 导弹武器的维修管理

§ 7-1 维修的组织计划管理	192
一、维修思想与维修原则	192
二、维修保障计划的制订	194
三、维修方式	197
四、维修制度	200

五、维修人员的训练	202
-----------------	-----

§ 7-2 装备维修的技术管理

一、装备维修性的评审和鉴定	203
二、测试手段、维修设备和工具的选 择与配置	205
三、备件	208
四、维修数据的管理与维修资料	214
五、导弹武器的技术改造	216
§ 7-3 维修的质量管理	219
一、维修质量管理的基本概念	219
二、维修质量管理的基本内容	223
三、维修质量管理的基础工作	228

第八章 导弹武器的全寿命费用

§ 8-1 费用-效果分析的基本

概念	231
一、费用-效果分析的意义	231
二、全寿命费用	232
三、全寿命费用估算方法	233
§ 8-2 导弹武器使用与维修费用 的分析	237
一、估算使用与维修费用的意义	237
二、影响使用与维修费用的各种 因素	237
三、使用与维修费用分析	239

参考文献

附录 1 正态分布的分布密度函 数表	240
-----------------------------	-----

附录 2 正态分布表	241
------------------	-----

第一章 绪 论

现代科学技术和导弹武器的迅速发展,以及现代战争的特点,使导弹武器的使用维修从技术操作到组织管理都日益复杂起来。针对导弹武器技术复杂、整体性强、协同动作多等特点,为确保导弹武器的稳妥可靠,万无一失,各先进国家对导弹武器使用维修的组织和实施进行了大量的研究,现已使导弹武器的使用维修从一般的技术作业发展成为一门科学技术。导弹武器使用维修工作中一些基本问题,例如武器装备的购置,操作人员的选择,操作规程的制订,维修思想和方针原则,维修的制度、类型和方式等,都必须建立在现代科学的基础上才能得到妥善解决。只有直接经验,而不掌握现代科学技术,使用维修工作是达不到现代化要求的。

作为导弹使用维修工程的绪论,仅就使用维修工程研究的对象及方法、导弹武器的使用管理、可靠性研究的发展及意义、维修在未来战争中的地位,作一简要论述。

§ 1-1 使用维修工程研究的对象及方法

就词面的意思讲,使用是指使人员、器材、资金等为某种目的服务;维修是维护和修理的总称,它包括为了维持系统或装备处于或者恢复到能使用状态所需的所有活动;而工程这个词18世纪在欧洲出现的时候,本来专指作战兵器的制造和执行服务于军事目的的工作,而后把服务于特定目的各项工作的总体称为工程。从广义上讲,使用包括维修,所以使用维修工程,可简称为“使用工程”。由于维修活动在部队使用过程中占较大的比重,因此特意强调一下维修。很显然,使用维修工程就是使人员、武器、资金等服务于军事目的各项工作的总称。即从提出新的型号武器装备报告书开始,到该武器装备退役为止,在装备的全寿命期间内,为确保部队用该武器完成任务所进行的一切活动。这些活动包括:型号论证、人员培训、产品验收、保持和恢复武器装备完好状态和通过科学管理、技术革新等,改进、提高其性能、延长使用寿命的一切措施。这些措施包括:检测、试验、操作、维护保养、修理、改装、改型以及向设计部门提供反馈信息等。由此可见,使用维修工程是以人员、武器装备、资金等所构成的执行服务于军事目的的系统为研究对象,以全系统、全寿命的观点,运用现代科学技术和科学管理的方法,力求用最小的代价,取得最佳的军事效益。它是人和武器的统一,是技术、经济和管理的统一。它的活动有别于设计部门和生产制造部门。应该指出的是,使用维修工程中的使用维修,不是研究导弹武器的操作运用和维护修理等具体技术问题,而是运用先进的科学技术和现代管理方法,从宏观上研究使用维修问题,也可称为是研究使用维修问题的“软科学”。

过去,我们在论证导弹武器的技术要求和进行设计研制时往往偏重于战斗性能,而对于其它性能则未予充分重视和详细考虑,更缺乏定量化。其结果,列装的武器虽能满

足一定的战术要求,但其它性能方面的问题不少,特别是对于维修性缺乏通盘的设计和计划,不能不使维修保障工作陷于被动。

在武器系统的设计中,设计者必须具体考虑多种要求。衡量一个导弹武器系统的价值及其使用性,除了注重战斗性能外,还须通盘考虑诸如生产性、操作性、安全性、可靠性、维修性以及保障性等其它各种性能。除生产性主要体现于武器系统的生产阶段外,其它都属于在使用、保障中应具有的性能。实际上,武器的基本性能可以归结为三个,即:战斗性能、可靠性和维修性。因为,另外一些性能都是由这三个基本性能派生出来的。

可靠性是形成武器耐用和可靠程度的一种性能,是在设计时赋予的。它是武器在给定的条件下,在某一规定的时间内,将能完成其规定任务的可能性。可靠性是通过以下的途径取得的:选择最佳的设计原理和方案、确定结构和零部件的合理外形和尺寸、遴选原材料、控制工艺、进行试验与鉴定等。可靠性可用下列标准来衡量:对环境的敏感性、性能随时间衰退的程度、故障的多少、维修的频数等。

维修性是在设计时赋予武器的另一种性能。它表现为在给定的条件下和时间内,按规定的方式和方法进行维修时,能保持或恢复武器良好的勤务状态的可能性。维修性既寓于武器的本身,即可以通过简化结构、组装便利、互换性等设计途径来获得,又受人的因素、环境条件和保障资源与组织等外界因素的制约。武器有了良好的维修性,才能降低对维修人员和技能的要求,减少维修工时,节约维修费用,保持或迅速恢复武器良好的勤务状态,提高武器的利用率。一句话,就是要使维修保障达到优质、高效率、低消耗。维修性是可以各种维修时间的定量指标来度量的。

在设计前,战斗性能、可靠性和维修性统称为对武器装备的战术技术要求,三者不可分割,互相制约,必须加以详细分析论证,综合考虑。这些要求既有定性的,也有定量的。发展新武器时,设计部门应当满足所提出的这些要求。设计时,除了论证在技术上的可行性外,还须受环境(预计使用时的自然条件、战斗环境)、人的因素(人的生理和心理特点与能力)、时间(研制周期、战斗与维修中的各种时间因素、寿命周期)以及费用(研制与生产费用、使用与保障费用)等因素的约束。

总的来看,我军装备的导弹武器系统的维修性,过去在设计时多数未能予以全面的综合考虑,但在长期的使用中已经积累了许多宝贵的经验和资料。为了给发展新武器创造条件,为了更好地利用和改进现有的装备,有必要对现有装备的基本性能,特别是可靠性和维修性进行分析评价,这是一项很迫切的重要工作。

无论是分析评价现有的武器系统,还是论证、研制新的武器系统,都必须首先树立起两个重要的观念,即全系统和全寿命的观念。

所谓系统,是由两个以上相互区别和相互作用的单元(或参量)为完成某一功能(或达到某一要求)而有机结合的综合体。每一个单元也可以称为一个子系统,它既是系统的一个组成部分,又可能是更小单元的综合体。系统工程是实现系统最优化的一门科学。它运用现代科学技术手段,对系统进行分析研究,以达到最优设计、最优控制和最优管理的目标。

在分析评价和发展武器系统(包括保障子系统)时,必须要树立全系统的观念。这就是要把与武器系统有关的全部内在的和外在的(约束的)因素作为整个系统来研究,

应用系统工程的方法和手段加以处理。也就是说，为了达到预期的有效设计，除了把每一个参量在其本身的学科范围内单独处理外，还必须综合进行处理。最终将由相应各参量之间“费用-效果”的综合权衡来确定最优化的武器系统。

另一个重要的观念就是全寿命观念。为了区别于通常所指的某一武器具有的个体寿命，我们把某一种（型）武器从论证起到淘汰为止的全过程的时间总和叫做“寿命周期”，或者叫做“全寿命”。换句话说，武器的寿命周期也就是它从“孕育”到“老死”的全过程的时间总和。出于管理的目的，寿命周期可以划分为若干阶段。例如，一般可以划分为论证（初步设计、预想）、研制、定型生产、使用、淘汰等阶段。这些阶段中的有些部分是重叠的。每个阶段各有其规定的活动与目标，而各个阶段又是相互联系、互相影响的。

在全系统和全寿命观念的指导下，我们可以发现一些过去注意不够或未能很好解决的问题。

例如，由于导弹武器系统日趋复杂昂贵，在现代战争的条件下，发展导弹武器仅着眼于战斗性能显然是不够了，还必须全面、系统地考虑其可靠性、维修性及其它有关的性能，并预见到这些性能对寿命周期各阶段所产生的效果与影响；仅注意武器系统的这些内在的性能也不够了，还必须同时考虑各种外界因素的制约和影响。特别需要强调的是要从性能、保障、寿命周期和费用等几个主要方面来分析和综合权衡，从而进行快速而有效的优化设计。

我们再也不能把维修保障作为孤立于武器系统设计以外的、被动的、仅仅是以修理技艺为主的业务了，而必须以武器系统的可靠性与维修性作为规划维修保障的重要依据，使保障成为武器系统的一个子系统。既然保障要成为武器系统的一个子系统，那么必须在寿命周期之初就加以考虑，密切联系可靠性和维修性，作为武器系统设计的一个有机部分。同时，在一定程度上也要受到部队现有保障和组织能力的制约。

对于现有的导弹武器，虽然已经定型使用，但过去并未完全按照上述的途径设计。因此，现在就应该一方面注意使用、保障数据的积累和反馈，另一方面应组织力量对若干种具有典型意义的装备进行可靠性和维修性的分析评价，从中找出改进措施，以使维修保障的各项决策建立在更加科学的基础上，并为今后发展新导弹武器创造条件。

又如，除了研究延长武器系统个体寿命的途径外，人们越来越注意对于武器系统寿命周期所涉及的各种问题。首先，人们从实践中察觉到武器系统在使用、保障中的许多问题决定于武器系统的先天性。因此，必须在寿命周期之初（论证、设计）就要对全部有关参量给予周密的研究。先天如有严重的缺点和不足，后天的纠正和补救往往是既费力又花钱的。其次，从整个寿命周期来说，缩短设计研制的周期，延长部署使用的时间，不仅具有战略的意义，而且也具有巨大的经济效益。新型的导弹武器系统从设计定型到投产列装一般为5~10 a，其部署使用的时间约为10~20 a左右。也就是说，前十年就要为后十年装备的武器作好准备。整个寿命周期约为15~30 a左右。随着科学技术的迅速发展和国外的军事威胁，寿命周期有不断要求缩短的趋势。武器在设计研制时越是具有先进性，部署使用的时间就会越长，淘汰就可能来得越晚些。在战时，武器装备的更新加快，更需要尽可能缩短设计和研制的周期。其三，寿命虽然划分为若干阶段，但这些阶段又是互相联系，互为因果，协调进行的。新型武器的发展必须在总结现有武器使

用与保障的经验和分析历史数据的基础上进行。

再如,在全系统和全寿命观念的指导下,关于武器系统的费用估算也有了新的内容和要求。我们把研制和生产费用总称为获取费用,也叫初始费用,这项费用是一次性投资,非再现的;把使用与保障费用称为继生费用,每年开支,在部署使用期间是按年再现的。这两项费用的总和就是武器的寿命周期费用(或叫全寿命费用)。过去,设计人员不去考虑继生费用的大小。但是,如果要讲求武器系统的费用——效果,就必须对寿命周期费用加以估算和研究。

由此可见,全系统和全寿命是两个极为重要的概念,是从客观实际中抽象出来而又作用于客观实际的两个概念。它们不仅影响着武器系统的设计、研制和生产,而且也影响着武器系统的使用与保障。在武器发展与使用保障中出现的不少问题,例如前后阶段脱节、考虑欠周、互不协调等等,可以说大部分是因为有关人员没有形成全系统和全寿命这两个概念,或是未能正确地运用这两个概念所引起的。树立了这两个概念并加以正确运用,我们就可以扩大视野,纵观全局,自始至终,由点到面,掌握武器系统在发展、使用和保障中出现的问题与实质,才有可能妥善地统筹解决问题。

§ 1-2 导弹武器的使用管理

一、科学管理的重要性

导弹使用维修工程,是成千上万人共同从事的事业,目的是为了保持和恢复导弹武器的良好和战斗准备状态,保证最短的反应时间,最大限度发挥导弹武器的效能。要实现这一目标,不仅有正确的操作使用和排除装备故障的技术问题,也有维修的组织安排、后勤支援及组织计划等问题。涉及各方面工作的配合,需要统一指挥,协调活动。就一项具体的导弹使用维修工程而言,工程项目的面越宽,分工越细,管理工作也就越复杂,越显得重要。随着导弹技术的发展,以及现代战争对导弹武器快速反应的要求,使用维修管理现代化已成为紧迫的任务。

二十多年来,导弹武器的维修保障工作在完成训练和发射方面作出了积极的贡献,并取得了一定的管理经验,建立了一些维修制度和管理体系,培养了一大批工程技术队伍,为开创导弹使用维修工程现代化建设的新局面奠定了良好基础。同时也应看到,对几十年来的维修保障的经验还缺乏认真的、系统的总结,一些教训还没有引起足够的重视。像一些武器系统已经进入定型阶段,但对它的使用维修方式尚未完全确定,维修大纲、备件供应等技术文件不够齐全;个别武器刚刚交付部队,就发现在战术使用和技术性能方面存在较大缺陷,不得不进行较大的技术改造或压缩装备订购数量。在以往的实际工作中,只注意了零散的个别问题的解决,没有着重研究共性问题;只注意了微观研究,而没有着重宏观的研究;只注意了使用维修技术的探讨,而忽视了科学理论和管理的研究。这种管理落后状态,将影响我军现代化建设的步伐。随着科学技术的进步,管理科学技术的发展更快,相比之下,我们的使用维修技术水平较低,但使用管理的水平更低。为提高部队战斗力,提高导弹武器的使用效益,加速维修保障现代化建设的步伐,必须下决心研究使用维修管理科学,把导弹武器的使用管理提高到一个新水平。

二、使用管理的内容与任务

导弹武器，是我军战斗力的重要组成要素，是夺取未来反侵略战争胜利的重要物质基础。导弹部队应加强对导弹武器的技术论证、选型订购、使用管理、维护修理、改造更新等，不断提高导弹武器的素质，力求以最小的代价，取得最佳的军事效益。

为此，导弹武器的使用管理的主要内容应包括：（1）导弹武器的论证、订购、验收、配置；（2）建立与实行各类装备的管理制度；（3）装备的合理使用、日常保养与视情维修或定期检修；（4）装备修理计划的编制、贯彻执行和检查分析；（5）装备技术改造、更新、调拨、退役等日常管理工作。

综上所述，导弹武器的使用管理，已经突破了它的传统观念，即只管设备使用维修这一阶段的老框框，提出应该管装备的一生，即包括导弹武器的先天（规划、设计、制造）阶段和后天（使用、维修）阶段这一“全寿命过程”，而不只是一般理解的导弹武器投入使用才开始的“寿命周期”。应对导弹武器从论证设计、制造、订购、使用、维修、改造、直至退役的全过程活动，进行综合管理，以达到全寿命费用最经济、并能保证训练和战备任务的圆满完成。

具体来说，导弹武器的使用管理主要有两方面的任务：一是要从设计、制造所作的投资与交付部队后使用维修费用二者的总和（即全寿命费用）来进行权衡，必须成为经济性的投资方可；二是经济性投资的导弹武器，还要从全寿命过程的各个方面采取最经济的使用与维修。可扼要归纳如下：

（1）根据技术上先进、经济上合理、生产上可行的原则，科学地论证、正确地订购新的导弹武器；根据国民经济情况和部队建设规划，为部队提供优良的技术装备。

（2）保证导弹武器随时处于良好的技术状态，最短的快速反应时间。

（3）做好现有武器装备的挖潜、革新、改造、充分发挥现有装备的军事效能。

（4）加快推进使用管理的现代化，利用现代科学的主要成就，系统地、综合地应用于导弹武器的使用管理。

三、使用管理现代化的标志

导弹武器使用管理现代化的标志是：

（1）管理体制、机构合理化。主要是指合理地解决使用维修保障系统中的组织结构和效能问题；

（2）管理方法科学化。主要是对导弹武器的使用维修保障要进行科学分析，正确制订技术政策，严格执行规章制度，遵守操作规程，按客观规律办事，避免主观臆断，减少盲目性。

（3）管理技术现代化。主要是指广泛地使用电子计算机、应用数学、系统工程、维修工程、自动控制等理论和方法进行维修保障管理。

（4）管理人员专业化。主要是指人才培养问题，武器装备的管理人员必须具有相应的科学文化知识和专业技术水平。

使用管理工作始终是处于动态的。它们形成的各种要求和规划，其深广度受到现有导弹武器和维修保障系统的限制，并需要以历史数据与经验为基础。因此，多数规划和

要求(例如向设计部门提出的维修性要求)在开始可能是比较粗的,随着工作进程才不断地变得详尽起来,经过反复分析综合,各项保障计划和设计要求才能日臻完善。

§ 1-3 可靠性研究的发展及意义

一、可靠性研究的发展简史

可靠性是“战争的产物”。通常,“战争的产物”一词往往用来表达消极的含义;但是,可靠性确实实是“战争的产物”,而且从工业和技术的角度来看,是作为极其优秀的产物而培育起来的。

1944年,纳粹德国已濒临绝境,把扭转败局的希望寄托在刚刚研究出来的V-1型飞弹上。可是,大部分飞弹发生了故障,很多飞弹起飞后不久即栽进英吉利海峡。有一次发射时,竟有一枚飞弹在希特勒的防空指挥部上空爆炸。飞弹的故障,引起了一些科学家的注意。当时参加飞弹研究的皮鲁契加和鲁塞尔等人利用概率论的知识,把整个飞弹故障原因分解为动力、导航与引爆三个部分,提出了串联模型,并认为,飞弹的可靠度为各组成部分可靠度的乘积,若欲命中目标,同时发射飞弹的数目应大于该乘积值的倒数。这个理论到战后由皮鲁契加整理成文,创立了可靠性工程的基础理论。

与此同时,美、日正在太平洋进行激战。美军后勤基地大多设在太平洋的岛屿上,由于赤道附近的高温、潮湿以及运输途中的震动和冲击,美远东空军机载电子器材运抵基地后,竟有60%发生故障,待运往前线,又有50%不能工作。这就促使美军将可靠性问题列为专题进行研究。

美国对可靠性采用统计方法进行系统的定量研究,是从侵朝战争后开始的。侵朝战争中,美军无线电设备故障严重,1952年美国国防部成立了电子设备可靠性顾问团,1957年该顾问团提出了“军用电子器件可靠性试验规范”,即著名的AGREE报告。这个报告对可靠性试验程序、可靠性储藏、数据收集、数据处理、可靠性分析、可靠性指标的制定等,提出了广泛的建议,为可靠性试验奠定了技术基础。该报告首次提出平均故障间隔时间这个重要概念,并将它作为评定军用产品可靠性指标。在这期间出现了冗余技术,并从理论上证明了采用低可靠性的元件可以组装成高可靠性的产品。1957年美国成立了导弹可靠性委员会,在国防部领导下,组成了八个监督点,全面监督可靠性技术的实施。同年,还成立了全国故障数据处理中心,并实行了全军信息反馈制。

到60年代,可靠性工程的研究,已从电子设备扩大到各种军用设备,制订出有关可靠性的各种军用标准,把可靠性正式列为军用产品的质量指标。1961年美国贝尔电话研究所的瓦特松提出故障树分析法,为解决系统可靠性问题提供了一种有效的方法。60年代完成了对可靠性的基本研究之后,又循着两条不同的道路继续探索,并取得了一定的进展。一条是从使用角度考虑可靠性和维修性;另一条是从物质的物理、化学变化过程来分析故障的机理,并形成了一门新的科学——故障物理学。

在美国研究可靠性的同时,许多国家也建立了相应的组织,进行这方面的研究。例如加拿大,在1956年建立了军用产品的可靠性标准,1959年其空军司令部成立系统可靠性委员会,1976年其国防部成立可靠性委员会。1961年英国成立全国可靠性与质量

委员会。英国政府还规定,凡军用产品都由国防部批准,预先做可靠性试验,进行严格的质量鉴定。在1968年以后的军需合同中,对产品都有平均故障间隔时间的要求。其他国家如法国、西德、日本、苏联等都是十分重视这项工作的。

70~80年代,是可靠性工程普及与深入发展的年代,应用领域由电子系统扩大到航空、航天、原子能、计算机、自动控制、通讯、电力、化工、结构、机械、机电以及武器系统等。人们不仅研究硬件的可靠性,还研究了软件的可靠性。可靠性与质量管理相结合,推动了工业生产的改革,可靠性现已发展成为一门通用性很强的科学。资本主义国家经济从70年代开始衰退,迫使一些发达国家不得不改变高速度、高消耗、高浪费的经济政策,而代之以一种节约资源和充分利用现有设备的政策。可靠性研究的任务也从追求可靠性这个单一指标,转变为追求包括最少投资、最省能源、最好操作等在内的多指标合理规划,大大扩展了可靠性工程的研究领域。

在我国,可靠性工程的研究和应用也是有成果的。早在第一个五年计划期间,我国电子工业部就建立了可靠性的试验研究基地,以后又成立了专门的研究机构,一些设计和生产部门运用可靠性理论的方法进行产品设计和质量控制。我国成功地爆炸了原子弹、氢弹,精确地发射了人造卫星和运载火箭,成功地发射了定点通信卫星,充分说明了我国的可靠性的研究工作已经取得了很大的成就。但与先进国家相比,在可靠性研究的深度广度以及应用等方面还有很大差距,应该奋起直追,以适应四化建设的需要。

二、研究可靠性的必要性与迫切性

从可靠性工程的发展史已经看出,可靠性工程是近二、三十年来发展起来的一门新兴学科。随着科学技术的发展,工业生产的进步,特别是电子工业和航空、航天技术的突飞猛进,可靠性的研究被提到十分重要的地位。其主要原因有以下几点:

1. 装备功能多样,结构复杂 随着技术的发展,武器装备功能由单一转向多样,从而使结构越来越复杂,所用的元件越来越多。例如,我国某型号导弹的“多用车”具有发射台、起竖车和保温结合车等功能,并利用单板机进行程序控制,使整个操作程序自动化,还带有摄像、显示系统等。结构远比第一代导弹发射系统复杂,所用元器件的数量远远超过原来的三台设备的总和。就导弹的控制方面而言,它包括弹上控制系统和地面测试发射系统。每个系统又由若干子系统组成,每个子系统又有许多仪器设备。它是一个高度精密、极其复杂的电子-机械系统。构成这样一个复杂的系统,一般都由数万、数十万乃至更多的元器件和部件组成。如美国RCA-100土星火箭检测计算机,用了大约117800个元器件;民兵导弹机动指挥网络终端设备与数字式信息处理设备用了1017936个元器件。武器装备结构复杂化的目的在于减少战斗人员的劳动和操作,以便集中精力于更高水平的决策行动,更好地完成战斗任务。然而结构的复杂化,是要降低其可靠性水平的。例如,1949年美国海军电子设备约有70%工作不正常。1951~1952年,美国无线电设备有14%时间处于故障状态,雷达设备84%的时间处于故障状态,声纳设备有48%的时间处于故障状态。这些例子都说明了结构的复杂化降低了设备的可靠性。为了使部队经常处于良好的战备状态,提高战斗力,迫切需要提高装备的可靠性。

2. 空间扩展,环境恶化 由于军事上的需要,宇航技术的发展,使用空间越来越扩大,使用环境也日趋恶化。如产品处在坑道,要考虑地温的影响;在海上作业,要考

虑海水、盐雾的作用；在宇宙间，要考虑宇宙粒子、辐射、高频电磁干扰的影响。一般说来，使用环境越恶化，产品出现故障的可能性也就越大。资料统计表明，假定实验室条件下使用单位时间出现故障数为1，那么野外地面使用时就为8，军舰上为15，飞机上为50，火箭上就有1500之多。可见空间的扩大，使用环境的恶化，增加了实现可靠性的难度，对可靠性研究提出了新的课题。

3. 研制加速，经验缺乏 多年来传统的生产方式是产品需要经过设计、试制、生产、检验等阶段，然后交付使用，再根据使用中发现的问题，修改设计，长年累月地重复这一过程，逐步提高质量，达到较高的可靠性。但是新武器的研制是一场争时间、争速度的竞赛。近二十年来，产品更新周期越来越短，如果不改变方式，仍然按上式循环，经过漫长岁月后才达到成熟的阶段，新技术、新产品很可能已变为陈旧，而为更新技术、更新产品所取而代之。因此，产品研究不能按惯用的方式进行，而要求极其可靠地“首次设计成功”，所以，在设计初期就应对产品进行可靠性设计。现代产品大多属于开发性产品，品种新，大量采用新材料、新工艺、新技术，常常缺乏经验，使产品不可靠现象的可能性增多，这就促使人们不得不对可靠性问题进行深入的研究，以适应竞争的需要。

4. 影响全局，后果严重 现代许多产品，如战略导弹、重型轰炸机、电子计算机、核反应堆、宇宙飞船等，价格昂贵，其中一个元件的故障，不仅仅是本身的损失，更严重的是将使整个系统陷于瘫痪，造成巨大的经济损失，在政治上、军事上带来严重的后果。例如，1957年美国发射的“先锋号”卫星，仅仅由于一个价值2美元的元件发生故障，造成220万美元的巨大损失。“挑战者”号航天飞机由于一个密封垫圈失效，造成航天飞机发射后爆炸，使七名宇航员全部丧生，酿成了震惊世界的航天事故。又如，国产某型导弹，在一次飞行试验中，由于偏航速率陀螺传感器电刷接触电阻增大，发射后在振动情况下使传感器失效，飞行失稳，引起了导弹在空中自毁，使试验失败。可见，提高导弹武器的可靠性是十分重要的。

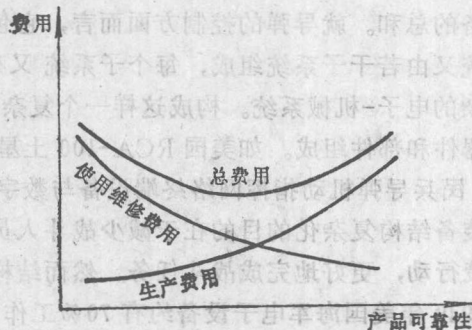


图1-1 可靠性与费用关系示意图

5. 节约费用，经济安全 为了提高武器装备的可靠性，在研制、生产、管理以及材料、工艺、设备各方面要采取相应的措施，这将导致生产费用的增加。但是，使用和维护费用却随着可靠性的提高而降低。从总的经济效果来看，可靠性与费用之间的关系